

が用意されています。レンズ名称の最初の記号が、このイメージサイズを表わしています。

画面の縦横比をアスペクト比と呼びTVでは通常、横：縦=4：3です。高精細度TVでは16：9です。

比較のためにフィルム用レンズを並記した表を示します(図15)。

2.2 focal length 焦点距離

凸レンズに平行な光を入射させると、光軸上の一点に集光します。この一点に集まる点がレンズの焦点です。1枚の薄凸レンズの場合、焦点距離はレンズの中心から焦点までの距離を指します(図16)。

実際のレンズは収差補正のために何枚かのレンズで構成されていますが、基本的な働きは、主点という仮想的な点に、同じ焦点距離の単一レンズがある場合と等価です(図17)。

フィルム用レンズ		ビデオ用レンズ		デジタル用レンズ	
型式	焦点距離 (mm)	型式	焦点距離 (mm)	型式	焦点距離 (mm)
28mm	28	28mm	28	28mm	28
35mm	35	35mm	35	35mm	35
50mm	50	50mm	50	50mm	50
75mm	75	75mm	75	75mm	75
100mm	100	100mm	100	100mm	100
135mm	135	135mm	135	135mm	135
180mm	180	180mm	180	180mm	180
250mm	250	250mm	250	250mm	250
300mm	300	300mm	300	300mm	300
400mm	400	400mm	400	400mm	400
500mm	500	500mm	500	500mm	500
600mm	600	600mm	600	600mm	600
800mm	800	800mm	800	800mm	800
1000mm	1000	1000mm	1000	1000mm	1000

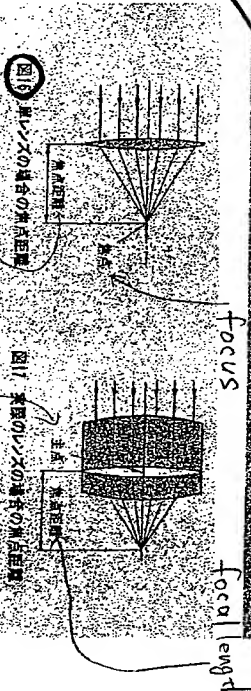


Fig. 16 focal length principal point CANON TV OPTICS II 11

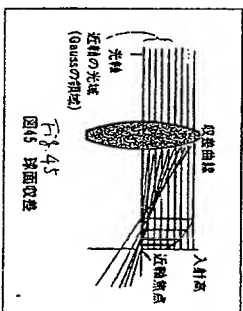
2.13 サイデルの5収差

Seidel's aberrationsの語られます。開放より3段絞れば、ほぼ補正されます。さらに絞り込んでゆくと除々に回折の影響が現われるので、あまり絞りすぎると解像度は改善されなくなります。

5収差とは(1)球面収差、(2)コマ収差、(3)非点収差、(4)像面湾曲、(5)ジラスティンゴです。このうち、最初の4収差は像の鮮明度を悪くするもので、MTFを低下させます。

(1)球面収差(spherical aberration)
光軸上の物点を出てレンズ系に入射する光線束の中で、レンズに入射する高さが異なる、近軸像点と異なる点で光軸を横切ようになります。このために、近軸像点を通して光軸に垂直にスクリーン(近軸像面)をおけば、点状の像でなく、小円板状の像が見られます。これを球面収差といいます。球面収差は縦収差(光軸方向の量)の形で表示されます。すなわち図45に示すように、入射面上の入射高を縦軸にとり、横軸に、その光線が光軸を切る位置の近軸像面からのズレをとって表示します。

spherical aberration

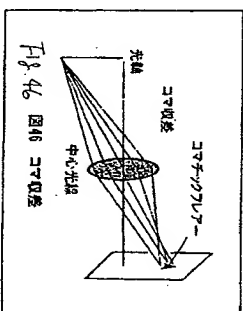


(2)コマ収差(coma)

仮に、球面収差が完全に除かれたレンズでも、物点が光軸から外れると別な収差が起こります。その一つがコマ収差で、光軸外の斜めから入射する光線が像面上の一点に集まらず、コマ状(すい星)状に尾をもった広がりになってしまふ収差です。

この尾が画面の中心に向(場合と別の反対)に向(場合があり、それぞれ内向性コマ(inward coma)、外向性コマ(outward coma)と呼ばれ、光軸に対して同心円状の線

coma



(3)非点収差(astigmatism)

球面収差とコマ収差を補正したレンズでも、光軸から離れた物点は点像を結ばずに、焦線と呼ばれる2本の線状に結像し、楕円形にボケたりする場合があります。これを非点収差といふ点か点として結像しないうまです。レンズのピン面を前後にずらしてみれば、画面中央部ではシャープなピン位置が1つ所ですが、周辺部では中心から放射状に伸びた線がシャープになるピン位置と、同心円の線がシャープになる位置との2か所の像面が得られます。これ

は片側の線が先にボケてしまふ。このためコマの補正されないレンズでは画面周辺のジラスティンゴが低下します。コマ収差は絞り込むことにより改善されます(図46)。

れぞれサジタル像線 (sagittal image meridional image) と呼び、2つの像線は互いに直角方向にす。したがってピントを合わせた被写体のボケは、同じ状の像の流れを起こし、メダカ味の悪いレンズとなります(図47)。

非点収差は絞込みと多少は焦点深度

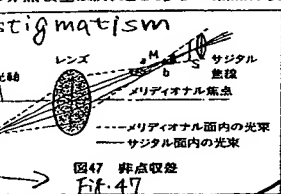
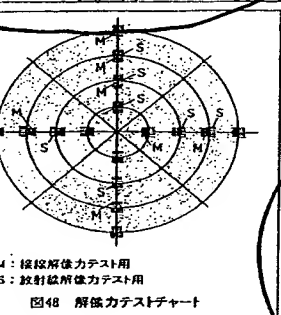


図47 非点収差
Fig. 47



M: 線解像力テスト用
S: 放射線解像力テスト用
図48 解像力テストチャート

てカバーされますが、完全に完全には改善されません。レンズの解像力を調べるチャートが放射方向(半径方向)と同心円方向(円周方向)を向いているのは、この収差を調べるためのもです(図48)。

(4) 像面湾曲 (curvature of field)

平面が平面として結ぶ、というレンズの理想条件からずれるのが像面湾曲で、平面の被写体をピントを合わせたとき、画面中心部でピントを合わせると周辺部がボケてしまい、逆に周辺部でピントを合わせると中心部がボケてしまうことになります。非点収差には、放射状のサジタル像線と同心円状のメリディオナル像線という2つの像点がありますが、この2つの像点によってくられる像面は、当然ながら平面ではなくカーブを描いています。このように2つの像面が分かれた場合、その中間の像面が実用的な画面ということになり、この画面は必ずしも平面になるとは限らず、たいがいカーブを描いています。このカーブが像面湾曲です。この像面湾曲も非点収差と同様に絞込みと、焦点深度でカバーされます(図49)。

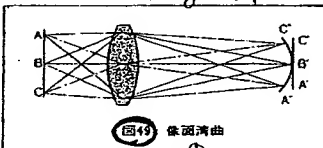


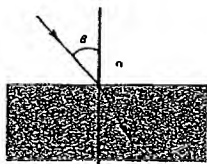
図49 像面湾曲

curvature of field

知られたスネルの法則

$$\frac{\sin \theta}{v} = \frac{\sin \theta'}{v'}$$

において、 θ が非常に小さい値であれば、 $\sin \theta$ と θ と近似できます。近軸理論とは $\sin \theta = \theta$ と仮定して理論を組み立てたため、この領域では収差は存在せず、理想結像の世界です。



光学系の収差はこの仮定が成り立たなくなるために生じます。 $\sin \theta$ をべき級数に展開し3次の項までで近似した理論が3次収差論です。この領域には、ザイデルの研究した5つの収差があります。

5次の項まで近似した理論が5次収差論で、この領域では、さらに12つの収差が追加されます。5次収差論は日本の光学産業が世界的なレベルに発展した推進力となったもので、キヤノンの松園により実用化されました。(松園著「レンズ設計法」共立出版)

2.14 歪曲 (distortion)

今までに述べた収差はいずれも像のボケに関係するものですが、その外に像の形状全体歪曲に関係する収差として歪曲があります。通常、歪曲は像点とその理想像点の位置からどれだけずれているかを、理想像高に対する百分率によって表わします。すなわち、像面上の主光線の像高を Y 、理想像高を \bar{Y} で表わすとき

$$\text{dist. (\%)} = \frac{Y - \bar{Y}}{\bar{Y}} \times 100$$

によって求められます。歪曲が存在すると物体と像との間の相似関係が崩れます。その崩れ方には四角な図形が糸巻型に歪む場合と樽型に歪む場合があり、それぞれ糸巻型歪曲 (pin cushion)、樽型歪曲 (barrel) と呼ばれています(図50)。

テレビ用レンズの場合は、テレビカメラによる歪みと同じように下図に示す $\Delta h/h$ の百分率で表わすことになっています。

$$\text{TV. Dist. (\%)} = \frac{\Delta h}{h} \times 100$$

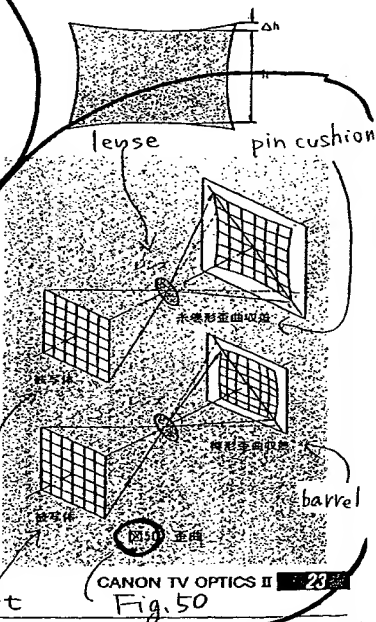


図50 歪曲
CANON TV OPTICS II 28巻
Fig. 50